

PAT-NO: JP407142763A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07142763 A  
TITLE: MANUFACTURE OF GALLIUM NITRIDE BASED  
COMPOUND SEMICONDUCTOR CHIP  
PUBN-DATE: June 2, 1995

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
NAKAMURA, SHUJI  
YAMADA, MOTOKAZU

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
NICHIA CHEM IND LTD N/A

APPL-NO: JP05288365  
APPL-DATE: November 17, 1993

INT-CL (IPC): H01L033/00, H01L021/301 , H01S003/18

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent cracks and chippings from being generated on a cutting surface, by further forming a second linear dividing groove whose depth is not less than the depth reaching a sapphire substrate in the inner part of a first dividing groove provided on the sapphire substrate, and by so adjusting the width of the second dividing groove that it is smaller than the width of the first dividing groove.

CONSTITUTION: On a sapphire substrate 1, a first

dividing groove 11 is formed and a second linear dividing groove 22 is formed newly whose width  $W_2$  is smaller than a width  $W_1$  of the first dividing groove 11. Moreover, the depth of the second dividing groove 22 is made not less than the depth reaching the sapphire substrate 1. Further, since the depth of the second dividing groove 22 is made not less than the depth reaching the sapphire substrate 1, the cutting place wherein the division into chips is performed is limited only to the place present on the sapphire substrate 1. Thereby, the shape of an objective nitride semiconductor can be controlled accurately, and the substrate 1 can be divided accurately into chip. Therefore, the accurate cutting of the semiconductor is made possible with a high yield.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-142763

(43) 公開日 平成7年(1995)6月2日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00	A			
21/301				
H 0 1 S 3/18				
			H 0 1 L 21/ 78	S
			審査請求 未請求 請求項の数4	OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-288365

(22) 出願日 平成5年(1993)11月17日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 中村 修二

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

学工業株式会社内

(72) 発明者 山田 元量

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

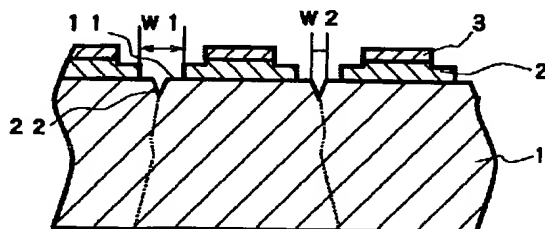
学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 サファイアを基板とする窒化物半導体ウェーハをチップ状に分離するに際し、切断面のクラック、チッピングの発生を防止し、歩留良く、所望の形状、サイズを得る窒化物半導体チップの製造方法を提供することであり、特に、電極を設けるためにエッチングされた窒化物半導体の結晶性を損ねることなく、数多くのチップを得る。

【構成】 予め電極を設けるためにエッチングされた窒化ガリウム系化合物半導体層2とは別に、新たに窒化ガリウム系化合物半導体層2にエッチングを行い、第一の割り溝11を所望のチップ形状で線状に形成し、その第一の割り溝11の上から、新たに第二の割り溝22をサファイア基板1に達する深さ以上で線状に形成して、第一の割り溝の線幅(W1)よりも、第二の割り溝の線幅(W2)を狭く調整した後、チップ状に分離する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 予めp型層あるいはn型層の電極形成面が露出するようにエッチングされた窒化ガリウム系化合物半導体をサファイア基板上に備えた窒化ガリウム系化合物半導体ウェーハをチップ状に分離する方法において、

前記窒化ガリウム系化合物半導体の電極形成面のエッチングとは別に、新たに窒化ガリウム系化合物半導体面にエッチングを行い、第一の割り溝を所望のチップサイズで線状に形成する工程と、

前記第一の割り溝の上から、さらに第二の割り溝をサファイア基板に達する深さ以上で線状に形成すると共に、第一の割り溝の線幅(W1)よりも、第二の割り溝の線幅(W2)を狭く調整する工程と、

前記第二の割り溝に沿って前記ウェーハをチップ状に分離する工程とを具備することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法。

【請求項2】 前記第一の割り溝を、サファイア基板に達する深さで形成することを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法。

【請求項3】 前記第一の割り溝または前記第二の割り溝を形成する前に、前記ウェーハのサファイア基板を研磨して、サファイア基板の厚さを200 $\mu$ m以下に調整する工程を具備することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法。

【請求項4】 前記第二の割り溝をスクライブにより形成することを特徴とする請求項3に記載の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、青色、緑色あるいは赤色発光ダイオード、レーザーダイオード等の発光デバイスに使用される窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法に係り、特に、サファイア基板上に一般式  $In_xAl_{1-x}Ga_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y < 1$ ) で表される窒化ガリウム系化合物半導体(以下、窒化物半導体と記載する。)が積層された窒化物半導体ウェーハをチップ状に切断する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、基板上に半導体材料が積層されたウェーハから、発光デバイス用のチップに切り出す装置には一般にダイサー、またはスクライバーが使用されている。ダイサーとは一般にダイシングソーとも呼ばれ、刃先をダイヤモンドとするブレードの回転運動により、ウェーハを直接フルカットするか、または刃先巾よりも広い巾の溝を切り込んだ後(ハーフカット)、外力によってウェーハを割る装置である。一方、スクライバーとは同じく先端をダイヤモンドとする針の往復直線運動によりウェーハに極めて細いスクライブライン(野書

線)を例えば基盤目状に引いた後、外力によってウェーハを割る装置である。

【0003】従来、これらの装置を用いて半導体ウェーハをチップ状にカットする際、例えばGaP、GaAs等のせん亜鉛構造の結晶はへき開性が「110」方向にあるためこの性質を利用して、例えばスクライバーでこの方向にスクライブラインを入れることにより簡単にチップ状に分離できる。しかしながら、窒化物半導体はサファイア基板の上に積層されるため、そのウェーハは六方晶系というサファイア結晶の性質上へき開性を有しておらず、スクライバーで切断することは困難であった。一方、ダイサーで切断する場合においても、窒化ガリウム系化合物半導体ウェーハは、前記したようにサファイアの上に窒化ガリウム系化合物半導体を積層したいわゆるヘテロエピタキシャル構造であるため、格子定数不整が大きく、また熱膨張率も異なるため、外力が加わることにより窒化ガリウム系化合物半導体がサファイア基板から剥がれやすいという問題があった。さらにサファイア、窒化ガリウム系化合物半導体両方ともモース硬度がほぼ9と非常に硬い物質であるため、切断面にクラック、チップングが発生しやすくなり正確に切断することができなかった。

【0004】また前記のように窒化物半導体はサファイアという絶縁性基板の上に積層されていることから、p型層とn型層より電極を取り出すには、通常窒化物半導体層の同一面側にエッチングが行われ、両方層が露出した状態とされる。この状態の窒化物半導体ウェーハをチップ状に分離する際、前記スクライブ、ダイサー等を用い、直接エッチング面の窒化物半導体側から切断すると、切断面にクラック等が発生し、歩留がよくないという問題があった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】一枚のウェーハからできるだけ数多くの発光チップを得て生産性を上げることは非常に重要であり、しかも窒化物半導体の結晶性を傷めずに多くのチップを得ることは必須要件である。窒化物半導体よりなるチップは未だ実用化されてはいないが、近い将来窒化物半導体を利用して、青色、緑色発光ダイオード、レーザーダイオード等を実用化するためには、益々高度なチップ化技術が求められている。従って、本発明はこのような事情を鑑みてなされたもので、その目的とするところは、サファイアを基板とする窒化物半導体ウェーハをチップ状に分離するに際し、切断面のクラック、チップングの発生を防止し、歩留良く、所望の形状、サイズを得る窒化物半導体チップの製造方法を提供することにあり、特に、電極を設けるためにp型層、あるいはn型層がエッチングされた窒化物半導体の結晶性を損ねることなく、数多くのチップを得ることを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の窒化物半導体チップの製造方法は、予めp型層あるいはn型層の電極形成面が露出するようにエッチングされた窒化ガリウム系化合物半導体をサファイア基板上に備えた窒化ガリウム系化合物半導体ウエーハをチップ状に分離する方法であって、前記窒化ガリウム系化合物半導体の電極形成面のエッチングとは別に、新たに窒化ガリウム系化合物半導体面にエッチングを行い、第一の割り溝を所望のチップサイズで線状に形成する工程と、次に前記第一の割り溝の上から、さらに第二の割り溝をサファイア基板に達する深さ以上で線状に形成すると共に、第一の割り溝の線幅(W1)よりも、第二の割り溝の線幅(W2)を狭く調整する工程と、前記第二の割り溝に沿って前記ウエーハをチップ状に分離する工程とを具備することを特徴とする。

【0007】本発明の製造方法において、第一の割り溝を形成する際のエッチング手段としてウェットエッチング、ドライエッチングいずれを用いてもよく、ウェットエッチングであれば、例えば硫酸とリン酸の混酸を用いることができ、一方ドライエッチングであれば、例えば反応性イオンエッチング(RIE)、イオンミリング、集束ビームエッチング、ECRエッチング等の手法を用いることができる。好ましくはドライエッチの方が窒化物半導体結晶を傷めにくい。但し、エッチングを行う前に、窒化物半導体表面に所望のチップサイズとなるように、所定の形状のマスクを形成することは言うまでもない。

【0008】次に、第二の割り溝を形成するには、ダイシング、スクライプ、エッチング等の手法を用いることができる。第二の割り溝は第一の割り溝の上から、つまり第一の割り溝の跡に形成する。この第二の割り溝はサファイア基板に達する深さ以上で形成する必要がある。さらに第一の割り溝の幅よりも狭くする必要がある。形成手法は特に問わないが、特に好ましくはスクライプを用いる。なぜなら、スクライプは第二の割り溝の線幅を、第一の割り溝の線幅よりも狭くしやすく、また、エッチングに比べて迅速に割り溝を形成できる。さらに、ダイシングに比べて、ウエーハ切断時にサファイア基板を削り取る面積が少なく済むので、単一ウエーハから多くのチップが得られるという利点がある。

【0009】また、第一の割り溝を形成する前、あるいは第二の割り溝を形成する前に、サファイア基板を研磨して薄くすることが好ましい。研磨後のサファイア基板の厚さは200 $\mu$ m以下、さらに好ましくは150 $\mu$ m以下に調整することが望ましい。なぜなら、窒化物半導体ウエーハは、サファイア基板の厚さが通常300~800 $\mu$ m、その上に積層された窒化物半導体の厚さが多くとも数十 $\mu$ mあり、そのほとんどがサファイア基板の厚さで占められている。しかも、前記したように窒化物半導体は格子定数、および熱膨張率の異なる材料の上に

積層されているため、非常に切断しにくい性質を有している。従って、サファイア基板の厚さを前記範囲に調整することにより、サファイア基板をほぼ垂直に割ることができる。特に、第二の割り溝をスクライプで形成する場合には、サファイア基板を前記範囲に研磨することにより、一回のスクライプでほぼ垂直な切断面を得ることができる。基板の厚さの下限値は特に問わないが、あまり薄くすると研磨中にウエーハ自体が割れ易くなるため、実用的な値としては50 $\mu$ m以上が好ましい。

10 【0010】

【作用】本発明の製造方法の作用を図面を元に説明する。図1ないし図8は本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図であり、特に図7および図8は第二の割り溝を形成する際のウエーハの状態を拡大して示している。

【0011】図1はサファイア基板1の上にn型窒化物半導体層2(n型層)と、p型窒化物半導体層3(p型層)とを積層したウエーハの模式断面図であり、p型層3が予めエッチングされて、負電極を設けるためのn型層2が露出されている。

【0012】次に、図2に示すように、露出されたn型層2の上からエッチングにより第一の割り溝11をW1の幅で線状に形成する。なおエッチング前に、p型層3と、露出されたn型層2の表面に、第一の割り溝を形成するためのマスクを形成することはいうまでもない。この第一の割り溝11をエッチングで形成する手段は、他のスクライプ、ダイシング等に技術に比べて、窒化物半導体の結晶を傷めにくく、さらに物理的な応力が窒化物半導体のp-n接合界面、サファイアと窒化物半導体の界面に係らなくする作用がある。さらに、この図に示すように第一の割り溝11をサファイア基板1に達するまで形成すると、次に第二の割り溝22を形成する位置の露出面がサファイアのみとなるため、第二の割り溝22を形成する手段であるダイサー、スクライパー等の刃先が全く窒化物半導体に触れることはないのが最も好ましい。

【0013】次に図3に示すように、第一の割り溝11を形成した上から、新たに第二の割り溝22を、第一の割り溝11の線幅W1よりも狭い幅W2で線状に形成する。しかも、その深さはサファイア基板1に達する深さ以上とする。(図3では第一の割り溝11をサファイア基板に達するまで形成しているため、この場合第二の割り溝22の深さが自ずからサファイア基板に達する深さ以上となる。)このように、第二の割り溝22の線幅W2を第一の割り溝11の線幅W1よりも狭くすることにより、第二の割り溝22の形成手段であるダイサー、スクライパー等の刃先が窒化物半導体の側面、つまり電極を形成するべきn型層2に触れることがないので結晶性を損なうことがない。さらに、第二の割り溝22の深さをサファイア基板に達する以上としているので、実質的

な切断箇所がサファイア基板のみとなり、目的とする窒化物半導体の形状を正確に制御でき、チップに分離することができる。またこの図はサファイア基板1を研磨せず、第二の割り溝22をスクライブで形成したために、破線に示すようにサファイアが斜めになって割れる可能性を示しているが、ダイサーで第二の割り溝22をハーフカットしてサファイア基板の厚さを200 $\mu$ m以下にするか、またはフルカットすればサファイアを垂直に切断することができる。

【0014】図4は、図1または図2に示すウエーハのサファイア基板1側を研磨して、その厚さを200 $\mu$ m以下にした状態を示している。このように基板を研磨して薄くすることにより、スクライブで第二の割り溝22を形成しても、サファイア基板1をほぼ垂直に割ることができる。但し、サファイア基板を研磨する工程は第一の割り溝を形成する前か、または第二の割り溝を形成する前に行うことが好ましい。なぜなら第二の割り溝22を形成した後研磨すると、研磨中に基板が目的としない位置で割れやすい傾向にあるからである。

【0015】図5、および図6は本願の他の実施例に係る一工程で得られるウエーハの構造を示す模式断面図であり、図5は第一の割り溝11をサファイア基板1に達するまで形成せず、n層2の途中までで止めた状態を示し、図6は図5に示す第一の割り溝11の上から、新たに第二の割り溝22をサファイア基板1に達する深さ以上で形成した状態を示している。図6に示すように第二の割り溝22をサファイア基板1に達する深さ以上で形成することができれば、図5に示すように、第一の割り溝11がサファイア基板に達するまでエッチングする必要はない。しかし第一の割り溝11を形成した後、第二の割り溝を形成すべき位置の窒化物半導体（この図の場合、n型層2）の厚さが厚いと、後に第二の割り溝を形成する際にスクライバー、ダイサーによる応力が作用し、サファイア基板1とn層2の界面が剥がれやすくなるため、通常はその第二の割り溝22を形成すべきn層2の厚さを5 $\mu$ m以下に調整することが好ましい。

【0016】図7、および図8は第二の割り溝22を形成する際のウエーハの構造を拡大して示す模式断面図であり、図7は第二の割り溝22をスクライバーを用いて形成することを示し、図8はダイサーにより形成することを示している。いずれにおいてもサファイア基板1の表面に第二の割り溝22により傷を設けた後、その傷に沿ってウエーハを分離できることがわかるが、図7に示すようにスクライバーで第二の割り溝22を形成する方が、第一の割り溝11の幅W1を狭くすることができるので、数多くのチップが得られることがわかる。また第二の割り溝22の幅W2をW1よりも狭くしていることにより、スクライバーの刃先、ダイサーのブレード等で窒化物半導体の側面を傷めることがない。なお図8のaの丸で囲んだ部分は、第一の割り溝11がn型層2を残

した状態、つまり図5と同一の状態を示しているが、第二の割り溝22で削り取られるこの部分は、エッチングされて負電極を設けるべきn型層2ではないので、少々側面に傷が入ってもチップとしては特に重要でない部分であるため、チップの発光特性には影響を与えることがない。

【0017】

【実施例】[実施例1] 厚さ400 $\mu$ m、大きさ2インチφのサファイア基板1の上に順にn型層2（この場合n型Ga<sub>0.4</sub>N）を6 $\mu$ mと、p型層3（この場合p型Ga<sub>0.4</sub>N）とを1 $\mu$ m積層したウエーハを用意する。但し、このウエーハのp型Ga<sub>0.4</sub>N層を予め所定の形状で2 $\mu$ mの深さでエッチングして、図9に示すように電極を設けるべきn型層2を一部露出させている。（従って、エッチングされて露出したn型層2の厚さは5 $\mu$ mとなる。）エッチング後のウエーハを窒化物半導体層側からみた平面図を図9に示す。

【0018】次に、このウエーハのp型層3およびエッチングされたn型Ga<sub>0.4</sub>N層2の上に、所定のチップサイズになるようにフォトリソグラフィ技術によりSiO<sub>2</sub>よりなるマスクをかけた後、RIEを用いサファイア基板が露出するまで、さらにn型Ga<sub>0.4</sub>N層2にエッチングを行い、第一の割り溝11を形成する。第一の割り溝は線幅（W1）40 $\mu$ mで350 $\mu$ mピッチとする。この第一の割り溝の線幅、ピッチを図9に示す。

【0019】以上のようにして、第一の割り溝11を形成した後、ウエーハのサファイア基板1側を研磨器により研磨して、基板を100 $\mu$ mの厚さにラッピング、およびポリッシングする。

【0020】次に、ポリッシングを終えたウエーハのサファイア基板1側に、粘着テープを貼付し、スクライバーのテーブル上にウエーハを張り付け、真空チャックで固定する。テーブルはX軸（左右）、Y軸（前後）方向に移動することができ、回転可能な構造となっている。固定後、スクライバーのダイヤモンド針で、前述の第一の割り溝の中央線をX軸方向に350 $\mu$ mピッチ、深さ5 $\mu$ m、線幅（W2）5 $\mu$ mで一回スクライブする。テーブルを90°回転させて今度はY軸方向に同様にしてスクライブする。このようにして350 $\mu$ m角のチップになるようにスクライブラインを入れ、第二の割り溝を形成する。

【0021】スクライブ後、真空チャックを解放し、ウエーハをテーブルから剥し取り、サファイア基板側から軽くローラーで押さえることにより、2インチφのウエーハから350 $\mu$ m角のチップを多数得た。チップは第二の切り溝からほぼ垂直に切断できており、切断面にクラックが発生しておらず、さらに窒化物半導体がサファイア基板から剥がれていないものを取りだしたところ、歩留は99%以上であった。

【0022】[実施例2] 実施例1の第一の割り溝を形

成する工程において、エッチング深さを $4\mu\text{m}$ とする他は同様にしてチップに分離する（つまり、次に第二の割り溝22を形成する部分のn型層2の厚さを $1\mu\text{m}$ とした）他は同様にして $350\mu\text{m}$ 角のチップに分離したところ、歩留は同じく99%以上であった。

【0023】【実施例3】第一の割り溝を実施例1と同様にして、第一の割り溝をサファイア基板に達するまで形成する。但し線幅(W1)は $100\mu\text{m}$ 、 $500\mu\text{m}$ ピッチとする。

【0024】次にウエーハのサファイア基板1側を研磨器により研磨して、基板を $200\mu\text{m}$ の厚さにラッピング、およびポリッシングした。基板を研磨することにより次の第二の割り溝を形成する工程でダイシング時間を短縮することができる。

【0025】ポリッシングを終えたウエーハをダイサのテーブル上に固定し、ブレード幅 $80\mu\text{m}$ のブレードを用いて、第一の割り溝の中央線をX軸方向に同じく $500\mu\text{m}$ ピッチ、深さ $50\mu\text{m}$ 、線幅(W2)  $80\mu\text{m}$ でダイシングしてハーフカットすることにより第二の割り溝を形成する。このように第二の割り溝をダイサーで深く入れて、切断部分のサファイア基板の厚さを薄くすることにより、切断面をほぼ垂直にすることができる。

【0026】ハーフカット後、ウエーハをテーブルから剥し取り、サファイア基板側から軽くローラーで押さえることにより、 $2\text{インチ}\phi$ のウエーハから $500\mu\text{m}$ 角のチップを多数得た。このチップの歩留も同様に99%以上であった。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の方法によると、へき開性を有していない窒化物半導体ウエーハで

も、スクライブ、ダイサー等の手法により、歩留よく正確に切断することができ、生産性が向上する。しかも電極を形成するべき窒化物半導体を全く傷めることがないので、本発明の方法で分離されたチップを発光素子とした場合、素子の歩留が飛躍的に向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図2】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図3】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図4】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図5】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図6】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図7】 本発明の製造方法の一工程を説明する拡大模式断面図。

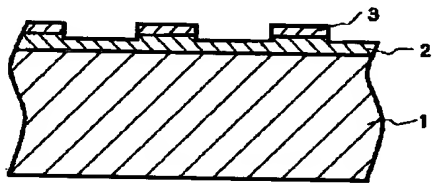
【図8】 本発明の製造方法の一工程を説明する拡大模式断面図。

【図9】 本発明の製造方法の一工程を説明する平面図。

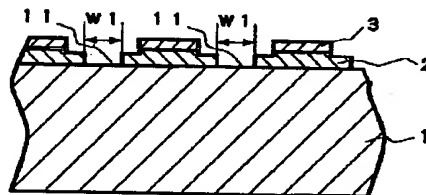
【符号の説明】

- 1・・・サファイア基板
- 2・・・n型層
- 3・・・p型層
- 11・・・第一の割り溝
- 22・・・第二の割り溝

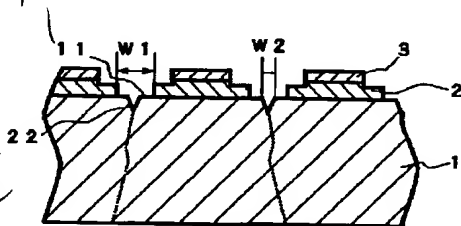
【図1】



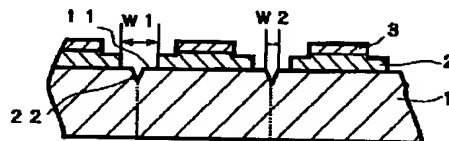
【図2】



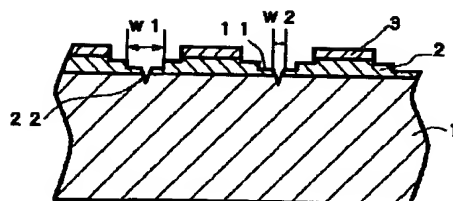
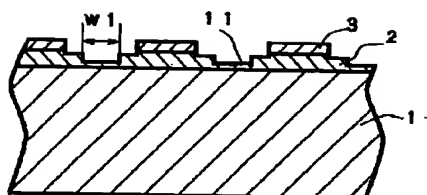
【図3】



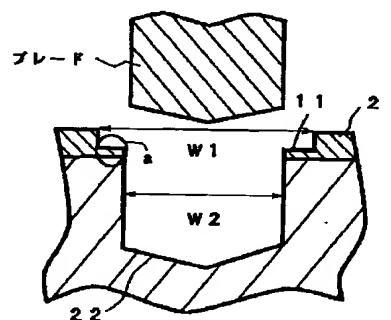
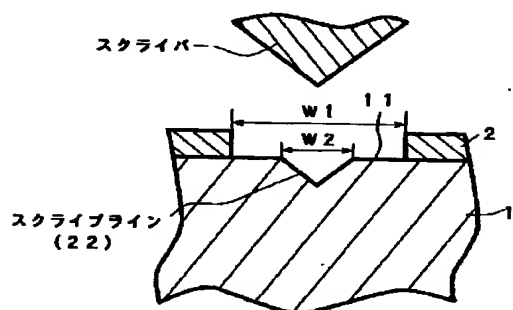
【図4】



【図6】



【図8】



【図9】

